



**UNISUL**

UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

VITOR OLIVEIRA SIMÃO DE LIMA

HISTÓRIA DA AVIAÇÃO E O DESENVOLVIMENTO DO AVIÃO

Palhoça  
2020

VITOR OLIVEIRA SIMÃO DE LIMA

## HISTÓRIA DA AVIAÇÃO E O DESENVOLVIMENTO DO AVIÃO

Monografia apresentada ao Curso de graduação em Ciências Aeronáuticas, da Universidade do Sul de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel.

Orientador: Prof. MSc. Joel Irineu Lohn

Palhoça  
2020

VITOR OLIVEIRA SIMÃO DE LIMA

## HISTÓRIA DA AVIAÇÃO E O DESENVOLVIMENTO DO AVIÃO

Monografia apresentada ao Curso de graduação em Ciências Aeronáuticas, da Universidade do Sul de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel.

Palhoça, 26 de junho de 2020

---

Orientador: Prof. Joel Irineu Lohn, MSc.

---

Prof. Dr<sup>a</sup>. Patricia da Silva Meneghel

Dedico este trabalho aos meus familiares, especialmente ao meus pais e a minha namorada, pelo apoio em minha jornada e por me ajudar em todos os aspectos. Parte fundamental para a conquista do meu bacharelado em Ciências Aeronáuticas.

## RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo compreender sobre como foi possível a criação do avião, a aeronave que revolucionou o transporte aéreo mundial. Caracteriza-se como uma pesquisa exploratória com procedimento bibliográfico e documental por meio de artigos, livros nacionais, livros internacionais, reportagens, regulamentos e leis. A abordagem utilizada foi quantitativa e qualitativa. A análise dos dados foi feita por meio de gráficos, dados e experimentos aeronáuticos, de acordo com a fundamentação teórica. Ao finalizar a pesquisa, conclui-se que a criação do avião não foi mérito exclusivo de uma única pessoa em um único momento, na verdade, foi o esforço conjunto de diversos pesquisadores e inventores espalhados pelo mundo, em momentos distintos, que permitiu a criação do avião.

**Palavras-chave:** Avião. Transporte Aéreo. Pesquisadores.

## **ABSTRACT**

This research main objective is to understand how it creating na airplane was possible, an airplane that revolutionized the air and world transport. It is characterized as an exploratory research, using bibliographic and documentary procedure; articles, national books, international books, reports, regulations and laws were also used. The approach used was quantitative and qualitative. The analysis of the data was made through the analysis of data, aeronautical experiments and graphics, according to the theoretical foundation. At the end of the research, it conclude that the creation of an airplane was not attributed to a single person and at a single moment, in fact, it was the set of efforts of several researchers and inventors distributed around the world, at different times, that allowed the aircraft to be created.

**Keywords:** Airplane. Air Transport. Researchers.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 — Pombo de Madeira .....	13
Figura 2 — Dédalo e Ícaro .....	14
Figura 3 — Ornitóptero de Leonardo da Vinci .....	16
Figura 4 — Projeto Helicóptero de Da Vinci .....	17
Figura 5 — Da Vinci Parachute .....	18
Figura 6 — "Passarola" de Bartolomeu Gusmão .....	20
Figura 7 — O balão dos irmãos Montgolfier .....	21
Figura 8 — Planador atual .....	23
Figura 9 — Planador de George Cayley .....	25
Figura 10 — Planador de Otto Lilienthal .....	27
Figura 11 — Primeira foto de um ser humano voando .....	28
Figura 12 — Wilbur e Orville Wright .....	32
Figura 13 — Bicicleta fabricada pelos irmãos Wright .....	33
Figura 14 — Planador dos irmãos Wright .....	36
Figura 15 — Flyer voando durante demonstração .....	38
Figura 16 — O voo do balão dirigível número 6 .....	41
Figura 17 — 14 Bis de Santos Dumont em demonstração para o público .....	42
Figura 18 — Demoiselle .....	43

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b>	8
1.1	PROBLEMA DE PESQUISA	8
1.2	OBJETIVO	9
1.2.1	<b>Objetivo geral</b>	9
1.2.2	<b>Objetivos específicos</b>	9
1.3	JUSTIFICATIVA	10
1.4	METODOLOGIA	11
1.4.1	<b>Natureza da Pesquisa e tipo de pesquisa</b>	11
1.4.2	<b>Materiais e Métodos</b>	11
1.5	ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	12
2	<b>PRIMEIROS DESENHOS</b>	13
2.1	MITOLOGIA GREGA	13
2.2	INICIO DOS ESTUDOS E PRINCIPAIS ENTUSIASTAS DA AVIAÇÃO	14
2.2.1	<b>Arquimedes</b>	15
2.2.2	<b>Leonardo da Vinci</b>	15
3	<b>AERONAVES MAIS LEVES QUE O AR</b>	19
3.1	BARTOLOMEU DE GUSMÃO	19
3.2	IRMÃOS MONTGOLFIER E O BALÃO DE AR QUENTE	20
4	<b>PLANADORES</b>	22
4.1	GEORGE CAYLEY	23
4.2	OTTO LILIENTHAL	25
5	<b>AERONAVES MAIS PESADAS QUE O AR</b>	30
5.1	IRMÃOS WRIGHT	30
5.1.1	<b>História dos irmãos</b>	30
5.1.2	<b>A paixão pela aviação</b>	33
5.1.3	<b>O primeiro avião</b>	36
5.2	ALBERTO SANTOS DUMONT	39
5.2.1	<b>Os projetos de Dumont</b>	40
5.2.2	<b>A morte de Dumont</b>	43
6	<b>CONCLUSÃO</b>	45
	<b>REFERÊNCIAS</b>	47

## 1 INTRODUÇÃO

A presente monografia visa apresentar o início da história da aviação, identificando sobre as primeiras artes rupestres, além de informar sobre como surgiram os primeiros desenhos de máquinas voadoras e como os filósofos influenciaram a aviação, tendo assim uma visão ampla. Levando a compreender sobre o surgimento das aeronaves mais leves do que o ar, as quais foram fundamentais para o desenvolvimento da aviação mundial.

Também será analisado sobre a obsessão do homem em querer voar, através dos primeiros desenhos, que ilustrou as ideias, além dos pensamentos de físicos, entusiastas e filósofos. A importância de cada personagem será identificada visando fazer o homem alçar voo, com desenhos magníficos e inovadores perante a época vigente. A ideia de como foi possível a realização do primeiro voo de um aeróstato será explanada, mostrando os seus idealizadores e como foi possível tirar tais projetos do papel. Além de informar sobre como o balão foi fundamental para que o avião pudesse ter sido inventado.

Os planadores são aeródinos não motorizados, os quais foram desenvolvidos antes dos primeiros aviões, e seus estudos e desenvolvimento permitiram que o avião pudesse ter sido desenvolvido. Famosos pioneiros tais como George Cayley e Otto Lilienthal foram visionários dos planadores, e seus principais feitos serão identificados durante essa pesquisa. A maioria de seus feitos permitiram com que futuros inventores utilizassem seus estudos para desenvolver novos projetos e contribuir ainda mais para o desenvolvimento da aviação mundial.

Por fim, a grande dúvida sobre quem foi realmente o inventor do avião, será respondida. Os leitores irão identificar que essa não é uma pergunta fácil de responder, pois a criação do avião é uma questão complexa, por isso, toda a história será discutida afim de demonstrar quais foram os principais pioneiros da aviação, suas principais contribuições, até explanar sobre as contribuições de Alberto Santos Dumont, e dos famosos irmãos Wright (possivelmente os mais famosos pioneiros da aviação mundial).

### 1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Quem foram os principais pioneiros da história da aviação os quais conseguiram estudar sobre as forças do voo?

Quais os principais acontecimentos históricos que permitiram a criação do avião?

Como o transporte aéreo conseguiu se tornar um transporte tão eficiente em um curto período?

Existiram vários pioneiros durante a história da aviação os quais contribuíram diretamente para a criação das aeronaves e para o desenvolvimento da aviação mundial. É necessário não focar somente nos pioneiros dos aviões, pois quando se fala em aviação, engloba todos os tipos de aeronaves existentes. Os principais nomes dos planadores, dos helicópteros, dos balões e dos aviões foram essenciais para que o avião atual pudesse ter sido criado.

Nomes como Sir George Cayley, Otto Lilienthal, Bartolomeu de Gusmão, irmãos Montgolfier, Aberto Santos Dumont e os irmãos Wright, foram pioneiros em aeronaves e seus estudos permitiram que a aviação chegasse ao nível de eficácia atual. Vários experimentos aconteceram antes que o homem conseguisse realmente voar, portanto, a criação das aeronaves não foi algo repentino, mas sim algo que foi fruto de muito estudo, esforço e paixão pela aviação.

O transporte aéreo é um dos meios de transporte mais seguros de todo o mundo, e os motivos os quais vieram a fazer com que esse meio de transporte conseguisse atingir o nível de eficácia atual, estão diretamente relacionados com os motivos e fatores os quais tornaram possível a criação do avião. Portanto, os principais motivos e acontecimentos históricos serão tratados durante a monografia (CHANT,2002).

## 1.2 OBJETIVO

### 1.2.1 Objetivo geral

Compreender sobre como foi possível a criação do avião, a aeronave mais utilizada pelo transporte aéreo.

### 1.2.2 Objetivos específicos

a) Analisar sobre a vida pessoal dos principais pioneiros da aviação visando entender como eles conseguiram atingir os seus objetivos.

b) Descrever as principais contribuições dos diversos pioneiros da aviação objetivando mostrar sobre como foi possível a criação do avião.

c) Verificar que não existe um único inventor do avião, e sim diversos visionários espalhados ao redor do mundo, pesquisando durante um momento similar, sobre as forças do voo e como seria possível voar.

d) Explicar sobre como os estudos de Leonardo da Vinci no século XV contribuíram para os estudos dos pioneiros do século XX.

### 1.3 JUSTIFICATIVA

É notório que o transporte aéreo é um dos mais eficientes e seguros do mundo, todavia, os motivos pelos quais fizeram o transporte aéreo chegar a esse patamar, e a história do surgimento das primeiras aeronaves, não são muito pesquisadas, e não estão muito claras para toda a população. O tema “história da aviação e o desenvolvimento do avião” foi escolhido, principalmente, para analisar sobre a interessante história da aviação mundial e analisar os principais motivos os quais levaram a criação e a invenção do avião, a aeronave mais utilizada em todo o mundo, e que transporta milhares de passageiros todos os dias.

Vale ressaltar que o projeto pretende responder a uma pergunta a qual é muito abordada por diversas pessoas, e essa pergunta é: “Quem foi o inventor do avião?”. Outro fator interessante do projeto é que esse buscará abordar sobre os principais pioneiros da história da aviação, identificando quais foram as suas principais contribuições, além de analisar como foram os seus principais experimentos. O projeto buscará incrementar sobre o desenvolvimento da história da aviação aqui no Brasil, visto que a grande maioria dos estudos sobre a história da aviação não são realizados em território brasileiro ou na língua portuguesa.

Pode-se afirmar que uma das funções do projeto será fornecer informações de qualidade, devidamente referenciadas, as quais tem a finalidade de provar sobre como foi possível a invenção dos aviões. Vale ressaltar que os motivos e os estudos os quais propiciaram a criação das aeronaves, também estão diretamente relacionados com a evolução do transporte aéreo e a sua eficácia, portanto, quando se analisa sobre a história da aviação, também é possível identificar sobre a evolução do transporte aéreo. O público alvo do projeto é para todas as pessoas interessadas em aviação, principalmente em sua história. É válido ressaltar que essa ideia nasceu a partir do momento em que não foi possível encontrar conteúdo de qualidade sobre a história da aviação, em território brasileiro, e pela necessidade de querer responder à pergunta de sobre como o avião surgiu.

Enfim, esse projeto é uma ideia a qual vale ser analisada e aprofundada pois a história nunca deve ser esquecida, e esse projeto será uma das poucas

monografias brasileiras a estudar sobre a rica história da aviação mundial. A principal fonte de informação do projeto será de livros internacionais os quais tratam sobre a história da aviação, e sobre os principais pioneiros (visionários) existentes.

#### 1.4 METODOLOGIA

O presente estudo terá uma abordagem descritiva, e qualitativa, uma vez que o objetivo do projeto, é apresentar como aconteceu a invenção do avião e o que possibilitou o voo dele, foram diversos estudos por entusiastas ao decorrer da história. Como cita Malhotra (2001, p. 155), “é uma metodologia de pesquisa não- estruturada, descritiva, baseada em pequenas amostras que proporcionam insights e compreensão do contexto do problema”. Por isso uma abordagem qualitativa, através de coletas por pesquisas documentais e bibliográficas, envoltas da vida do brasileiro Santos Dumont e dos irmãos norte-americanos, Wright, sendo de fontes primárias e secundárias.

##### 1.4.1 Natureza da Pesquisa e tipo de pesquisa

Natureza da pesquisa, será descritiva, Através da utilização de fontes primárias e secundárias, com a coleta por pesquisas documentais e bibliográficas. O texto irá utilizar uma abordagem qualitativa.

##### 1.4.2 Materiais e Métodos

Os materiais a serem analisados serão:

Bibliográficos: Livros e periódicos os quais descrevem os principais feitos dos principais pioneiros da aviação os quais permitiram a criação do avião.

Documentais: Documentos diversos sobre a história das primeiras aeronaves inventadas e os primeiros experimentos práticos conduzidos.

São eles:

- a) Livros internacionais sobre a vida de diversos pioneiros da aviação.
- b) Dados históricos contendo estatísticas sobre os primeiros experimentos;
- c) Documentos da OACI (Organização da aviação civil internacional);
- d) Reportagens de acidentes na aviação geral em todo o mundo.

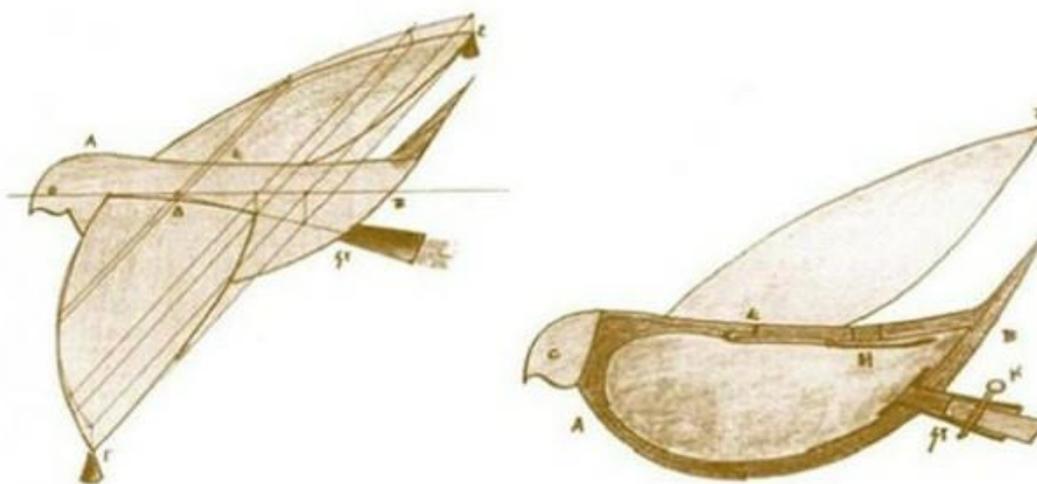
## 1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

No capítulo 1, apresenta-se uma breve introdução, onde observa-se a problematização do problema proposto, os objetivos, a metodologia e a justificativa. Em sequência, no capítulo 2, tem-se os primeiros desenhos que inspiraram diversas gerações, com o sonho de fazer o homem voar, e será apresentado a ligação de Leonardo da Vinci com a aviação. No capítulo 3, será demonstrado as aeronaves mais leves que o ar, com a história do brasileiro Bartolomeu de Gusmão e dos irmãos Montgolfier. No capítulo 4, tem-se a história dos planadores e sua vital importância para o desenvolvimento do avião atual. No capítulo 5, se tem a base do “mais pesado que o ar”, com a polarização, de quem foi o responsável por realizar o primeiro voo, com a análise dos irmãos Wright e Santos Dumont. Por fim, tem-se a conclusão e o referencial teórico.

## 2 PRIMEIROS DESENHOS

Desde a pré-história, se tem em artes rupestres, o registro do voo dos pássaros, a maior inspiração para o homem alcançar o voo. Pode-se dizer que o sonho de voar se tornou uma obsessão, e claramente, a principal base, foi o voo dos pássaros, com a tentativa de copiar o formato e o desenho das asas. A busca incessante por esse equipamento, com que se buscava o voo similar dos pássaros, resultou nos primeiros desenhos e acidentes. Tem-se registrado o primeiro voo realizado pelo homem em 400 a.C., por Archytas, um estudioso da Grécia Antiga, o qual desenvolveu um pombo de madeira que conseguia alcançar até 180 metros do chão. Segundo os historiadores da época, o pombo tinha como propulsão um jato de ar para se sustentar em voo, e essa foi considerada a pioneira tentativa da arte de voar. Anos depois, em 300 a.C., se tem a invenção da pipa desenvolvida pelos Chineses.

Figura 1 - Pombo de Madeira



Fonte: POZZEBOM (2015)

### 2.1 MITOLOGIA GREGA

Além dos primeiros desenhos, será apresentado as principais bases da aviação mundial, com o que se possibilitou o primeiro voo do ser humano, incluindo diversas personalidades, mitologia grega, físicos e filósofos que contribuíram para que o sonho do homem voar se tornasse realidade.

Um conto da mitologia grega será analisado, o voo de Ícaro, filho de Dédalo, o genial arquiteto e inventor. O conto relata o voo dos dois, que estavam presos em um labirinto na ilha de Creta no mar mediterrâneo, e para conseguirem sair, Dédalo projetou asas, possibilitando a fuga dos dois pelo voo. A composição, das suas asas, era uma leve estrutura, que contavam com diversas penas de aves e uma cera feita com o mel de abelha que servia de cola. Quando os dois alçaram voo, Dédalo aconselhou que Ícaro não voasse tão próximo ao sol, todavia Ícaro foi contra o alerta de seu pai, e alçou voo uma altura maior, e por conta dos raios do sol, a cera, que era feita de cola de mel, perdeu o seu efeito, fazendo com que suas asas se despedaçarem, e a sua morte causada pela queda. Esse conto até os dias de hoje, é utilizado como exemplo na prevenção e segurança de voo, por conta de Ícaro não obedecer às orientações do seu pai, e voar próximo do sol, ocasionando um acidente (ZARCO, 2014).

Figura 2 - Dédalo e Ícaro



Fonte: PIOMBO (2015)

## 2.2 INICIO DOS ESTUDOS E PRINCIPAIS ENTUSIASTAS DA AVIAÇÃO

Após os contos, vale entender sobre como foi possível se chegar nos primeiros desenhos. De acordo com as pesquisas realizadas, alguns pontos importantes da física e da filosofia, além dos filósofos, e grandes gênios da época, se tornaram base fundamental para as primeiras ideias e esboços.

Em diante, um importante filósofo, que tem papel fundamental para o início dos estudos da física, e inspirou diversos cientistas, e filósofos, tais como Newton e Leonardo da Vinci; o filósofo Aristóteles, que no ano de 380 a.C. esboçou a ideia sobre o ar ter peso.

### **2.2.1 Arquimedes**

Arquimedes é considerado um dos maiores gênios científicos da Antiguidade, o pai da Física, que apresentou o princípio de Arquimedes. Um corpo que seja mais pesado que a água afundará, e assim, respectivamente com o mais leve boiará, tendo a combinação de peso e área. Pode-se usar os balões como exemplo, os quais são mais leves que o ar. (OLIVEIRA, 2019).

Levando em conta que o princípio de Arquimedes, descoberto em aproximadamente 212 a.C., é de vital importância para que diversos físicos e entusiastas tivessem uma base fundamental para novas descobertas.

“Todo corpo imerso, total ou parcialmente, num fluido em equilíbrio, dentro de um campo gravitacional, fica sob a ação de uma força vertical, com sentido ascendente, aplicada pelo fluido. Esta força é denominada empuxo (E), cuja intensidade é igual ao peso do líquido deslocado pelo corpo.” (OLIVEIRA, 20. 2019).

Citando também Blaise Pascal, um filósofo e matemático francês, que tinha como base principal de estudos, tudo relacionado a pressão dos fluídos e hidráulica, o qual desenvolveu a lei de pascal.

### **2.2.2 Leonardo da Vinci**

Seguindo com os grandes entusiastas, Leonardo da Vinci, o qual tinha a sua obsessão pelos pássaros, foi um pioneiro nos estudos da aerodinâmica, e em 1480, foi o primeiro da história a desenhar um esboço de uma aeronave tripulada.

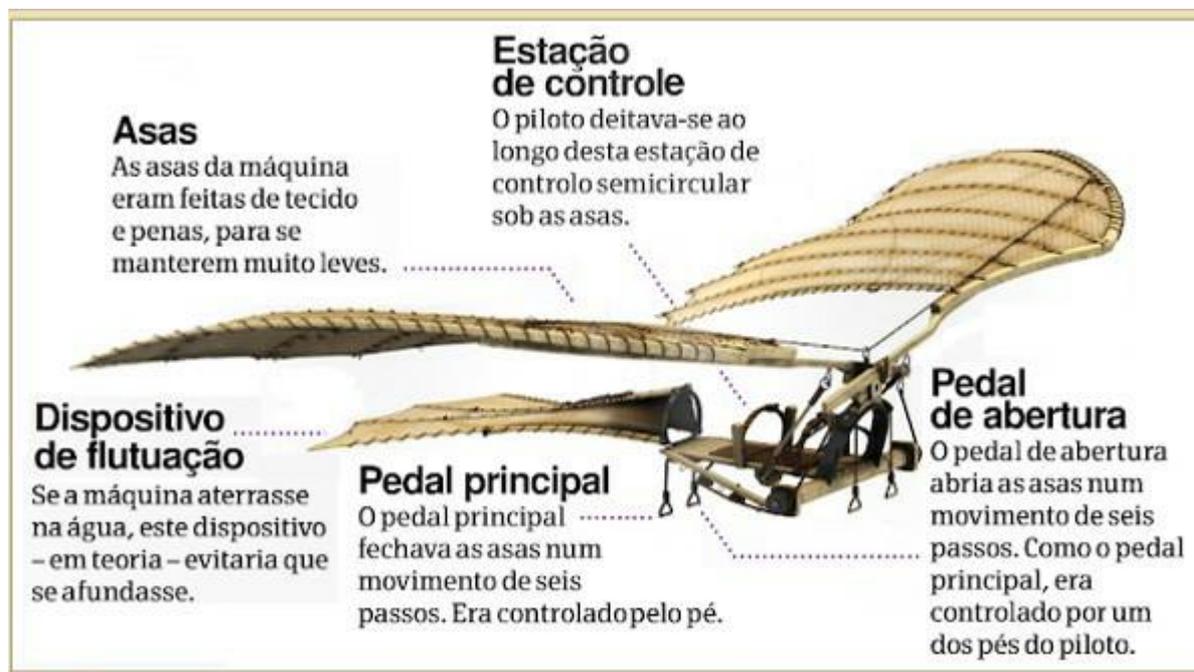
Ele dizia ser capaz de construir diversas coisas, entre projetos de arquitetura, como de engenharia. Além de pintor, um dos maiores gênios da história, era um típico homem do renascimento. Autodidata nos diversos campos da ciência, se envolveu em diversos projetos, como por exemplo, o da cidade ideal. Tem-se registrado que entre o período de 1480 e 1505, relatos apontam o estudo detalhado do voo dos pássaros, o voo das pipas e planadores, sempre em torno da estrutura óssea dos pássaros.

É possível ver no exemplo abaixo o Ornitóptero, um dos desenhos de da

Vinci, de 1485, extremamente inovador para a época, o qual levaria a projetar a máquina voadora, que utilizava a força do ar para se sustentar em voo.

Segue o exemplo do Ornitóptero:

Figura 3 - Ornitóptero de Leonardo da Vinci



Fonte: ORNITÓPTERO... (2015)

A sua obsessão fez com que o mesmo fizesse uma gaiola de vidro, para poder observar todos os movimentos e tentar entender com era possível o voo dos pássaros, além de realizar um estudo anatômico das asas dos mesmos.

Vale ressaltar sobre o projeto do helicóptero de Da Vinci, o qual foi desenhado em 1493, 450 anos antes de um helicóptero realizar o seu primeiro voo. Uma das pás do rotor tinha 2 metros de diâmetro, e a principal estrutura de apoio deveria ser mantida unida por junções, ou por uma outra estrutura, também projetada por Da Vinci. A invenção do helicóptero teve o seu principal fundamento, quando ele estudava ou examinava as sementes das árvores, pois assim que elas se soltavam das árvores, ele observou o movimento de como as sementes caíam. Sem dúvida, enquanto assistia as sementes cair, Leonardo fez-se a seguinte pergunta - “Se a semente gira enquanto ela está caindo, poderia subir através do ar se fosse girado?”.

Leonardo muitas vezes baseou seus projetos em fatores os quais ele tinha observado da natureza. Um exemplo pode ser seu projeto do planador, idealizado totalmente nas asas de um morcego, além de outros projetos, como o do tanque de guerra, que projetou suas paredes exteriores com base em uma concha de

tartaruga. Esses fatos demonstram que Leonardo da Vinci sempre foi inspirado pela natureza durante a realização de seus projetos e experimentos.

Figura 4 - Projeto Helicóptero de Da Vinci



Projeto de Da Vinci  
"Helixpteron"

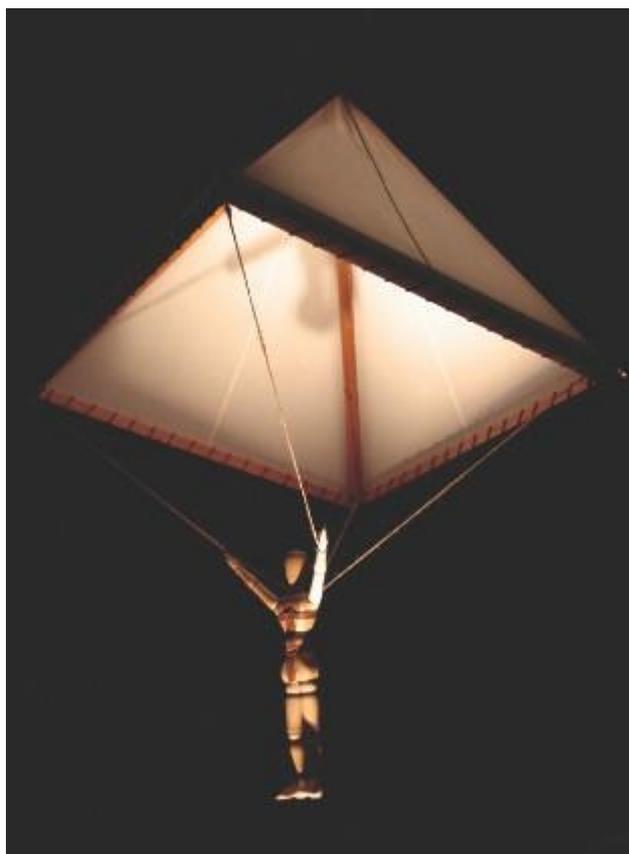
Fonte: SÉRVULO (2019)

Segundo os estudos, embora a invenção do primeiro paraquedas prático geralmente vai para Sebastien Lenormand em 1783, Leonardo da Vinci foi o precursor da ideia do paraquedas, anos antes.

O esboço da sua invenção tem um aspecto mais distinto do design de um paraquedas atual, o desenho do seu projeto é triangular em vez de arredondado, levando a questionamento se ele realmente teria uma área suficiente para causar resistência no ar e flutuar. Como o paraquedas de Da Vinci era para ser feito com linho cobrindo uma moldura de madeira, o peso robusto do dispositivo também era visto como um problema.

Já em julho do ano 2000, Adrian Nichols construiu um protótipo baseado no design de Da Vinci e testou-o. Apesar da confiabilidade no design de Da Vinci, o paraquedas funcionou como pretendido e notou que tinha um passeio mais suave do que o paraquedas atualmente utilizado.

Figura 5 - Da Vinci Parachute



Fonte: VYAS (2019)

Extraordinariamente o italiano nunca conseguiu tirar seus projetos do papel, desde as aeronaves projetadas, helicópteros e paraquedas, devido ao alto custo financeiro do projeto, e do potencial perigo envolto na aventura. Embora muitos tenham criado réplicas iguais ao Ornitóptero, realizando uma releitura do esquema original, ninguém tentou pilotá-las, mesmo confirmado que todos os sistemas instalados são 100% funcionais. Já no século XX, um de seus planadores foi construído, e funcionou, colocando em xeque sobre a sua extrema importância para o desenvolvimento da aviação.

### 3 AERONAVES MAIS LEVES QUE O AR

Será apresentado a história e registros dos primeiros voos dos aeróstatos, os balões, tanto de ar quente, como o de hidrogênio. Apresentando duas linhas de pensamento, e ainda analisando a história de Bartolomeu Gusmão, o padre voador.

Citado na história como um dos inventores dos balões com o seu projeto da Passarola, para muitos é considerado como o pioneiro, com o primeiro projeto de um aeróstato. Mas acabou não sendo reconhecido por toda a comunidade científica mundial, por não apresentar fatos e provas suficientes. O primeiro registro do voo do aeróstato tripulado, ficou para os irmãos Montgolfier, com o balão de ar quente. Vale analisar que sua família possuía uma fábrica de tecido, facilitando o acesso a novas tecnologias e apoio do governo.

Em paralelo, tinha-se Jacques Alexandre Charles, físico, químico e matemático, que sabia produzir o hidrogênio e em suas aulas fazia experimentos. Levando a um projeto de um aeróstato que utilizava o hidrogênio para alçar voo, colocando em prática as leis da física.

#### 3.1 BARTOLOMEU DE GUSMÃO

Será ressaltado a história de Bartolomeu Lourenço de Gusmão, nascido em São Paulo, Brasil, em 1685, e faleceu em Toledo, Espanha, em 1724, era um padre e naturalista português conhecido por seus primeiros trabalhos sobre o design de um dirigível, mais leve que o ar, e teve o seu projeto, de um aeróstato, apresentado 100 anos antes dos irmãos Montgolfier.

Gusmão iniciou seus estudos na Sociedade de Jesus da Bahia, quando tinha cerca de quinze anos, mas deixou a ordem em 1701. Foi a Portugal onde encontrou um patrono, e ele completou seu curso de estudo na Universidade de Coimbra, dedicando sua atenção principalmente à filosofia e matemática. Em 1709 apresentou o seu projeto ao Rei João V de Portugal, em busca de tirar do papel a sua invenção, um pequeno balão, no qual expressou a maior confiança.

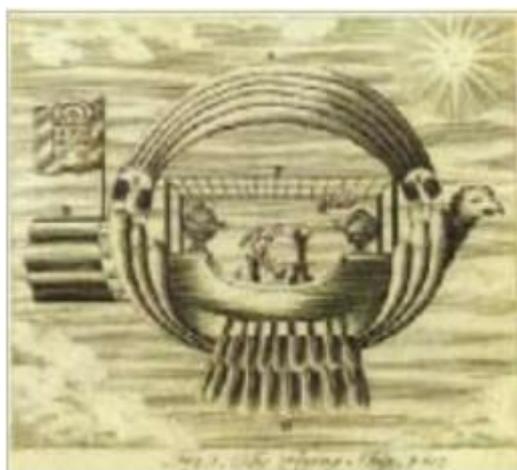
O projeto apresentado foi de um balão de ar quente, impulsionado por uma vela, todavia, apenas na terceira tentativa obteve um voo de 4 metros. Provando que os seus princípios estavam corretos e é utilizado até os dias de hoje.

Já o seu projeto da passarola, ao apresentar a sua petição juntamente ao Rei, teve a aceitação em 17 de abril de 1709, e existia a ideia de navegar pelos ares, todavia, não obteve a confiança da sociedade acadêmica da época. Sua notícia se espalhou pela Europa e acabou tomando outros rumos. Bartolomeu tentou proteger

o seu projeto, passando informações contraditórias e não claras. O seu projeto acabou não saindo do papel por conta das falsas informações emitidas na época, atrapalhando diretamente o seu desenvolvimento.

“Enfim, podemos afirmar, sem sombra de dúvida e com imenso orgulho, que Bartolomeu de Gusmão foi um visionário no seu tempo; foi um sonhador que procurou transformar seus sonhos em realidade e tornar-se o primeiro homem que vislumbrou nos céus o domínio do ar para a conquista da terra, portanto, com justa razão, o precursor da Aeronáutica no mundo.” (BRASIL, 2009)

Figura 6 - "Passarola" de Bartolomeu Gusmão



Fonte: BRASIL (2009)

### 3.2 IRMÃOS MONTGOLFIER E O BALÃO DE AR QUENTE

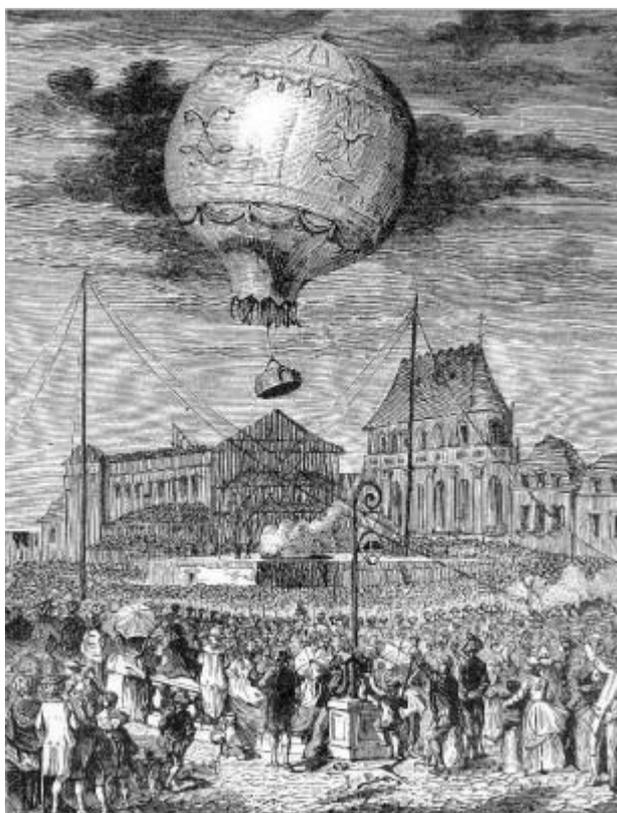
Os irmãos Montgolfier foram Joseph-Michel Montgolfier (1740-1810) e Jacques-Etienne Montgolfier (1745-1799). Foram os responsáveis por inventarem o primeiro balão de ar quente, totalmente prático e tripulado. Joseph era mais velho que Jacques, e era conhecido por ser um idealista. Jacques era o apresentável, com maneiras calmas e agradáveis, e um bom senso de negócios. A família Montgolfier, possuía uma fábrica de papel, que era uma indústria intensiva em tecnologia. Jacques fez várias melhorias no processo de fabricação de papel, para o qual o governo francês concedeu à família Montgolfier, diversos incentivos, que auxiliavam diretamente na execução do projeto dos irmãos Montgolfier.

A ideia do voo veio primeiramente a Joseph, quando ele observou, que, as roupas que secavam sobre o fogo quente flutuavam, e ele se perguntava se esse mesmo fenômeno poderia ser usado para criar um dispositivo voador. Joseph

começou a construir uma caixa de madeira muito fina e cobriu os lados com um pano leve. Ele encomendou seu irmão Jacques para trazer uma grande quantidade de pano de tafetá, e em seguida, surpreendeu-o acendendo um fogo a uma caixa que levantou voo até o teto.

Com isso eles elaboraram diversos projetos utilizando o balão de ar, e em paralelo a isso, iniciou uma competição, entre os irmãos Montgolfier e Jacques Alexandre Cesar Charles, que utilizava o hidrogênio ( 14 vezes mais leve que o ar) ao invés do ar quente, a fim de, também, realizar um voo. O intuito da competição era saber quem iria conseguir realizar o primeiro voo tripulado de um balão.

Figura 7 - O balão dos irmãos Montgolfier



Fonte: CHANT (2002)

Os irmãos Montgolfier saíram na frente, ao realizarem um voo tripulado por uma ovelha, pato e um gato. Apresentando ao mundo a possibilidade de realizar um voo seguro. Já em 21 de novembro de 1783, em Paris, após diversos testes, desenvolveram um balão de ar quente, azul e dourado, com 22 metros de altura, com 50 metros de volume e 2.000 metros cúbicos. Os tripulantes eram o Pilâtre de Rozier e Marquis d'Arlande.

## 4 PLANADORES

O transporte aéreo é um dos meios de transporte mais eficaz e seguro do mundo, e ele pode ser definido como o transporte o qual é responsável por transportar mercadorias e pessoas através do modal aéreo, com a utilização de aeronaves. Atualmente, o transporte aéreo conecta milhões de pessoas de diferentes nacionalidades, além de permitir o deslocamento de mercadorias e produtos por todas as áreas do globo; esses fatores tornam o transporte aéreo essencial para a rotina de diversas pessoas e empresas.

Vale ressaltar que a aviação nem sempre foi segura e eficiente como acontece atualmente, pois logo quando as primeiras aeronaves passaram a ser utilizadas, diversos acidentes aconteciam, e as operações aéreas não eram seguras, muito menos eficientes. Todavia, um fator o qual foi determinante para que a aviação atingisse o status de melhor meio de transporte existente foi a invenção do avião. A criação do avião foi um marco histórico mundial, pois após esse momento, a aviação passou a se aprimorar cada vez mais, tanto na área tecnológica, quanto na área operacional. (CHANT, 2002).

Não é de conhecimento popular que o avião, na realidade, não foi criado por uma única pessoa em um único momento, na verdade, foi o esforço coletivo de diversos inventores e pioneiros espalhados por diversas partes do mundo, em momentos diferentes, realizando feitos diferentes, os quais permitiram a invenção do avião. Não foram os irmãos Wright, nem Santos Dumont que inventaram o avião (eles foram extremamente importantes para que isso pudesse vir a acontecer, mas não foram os únicos), e no decorrer do trabalho, os leitores conhecerão sobre quais foram os principais personagens da interessante história da aviação mundial. (CURLEY, 2012)

Vale ressaltar que a aviação não está relacionada somente com os aviões em si, mas com todos os modelos de aeronaves existentes; dentre esses modelos incluem-se os helicópteros, autogiros, balões, dirigíveis, planadores entre outros. É possível definir as aeronaves como sendo máquinas ou aparelhos os quais são capazes de navegar e se sustentar no ar (são utilizadas para a realização do transporte aéreo).

As aeronaves podem ser divididas em dois grupos, os aeródinos e os aeróstatos. Os aeróstatos são as aeronaves as quais são mais leves do que o ar, ou seja, a sua própria constituição possibilita o voo, exemplos: dirigíveis e balões; os aeródinos são as aeronaves as quais são mais pesadas do que o ar e necessitam de aerofólios para gerar a sustentação necessária. Os aeródinos são divididos em dois diferentes grupos, asa fixa (planadores e aviões) e asa rotativa (helicópteros e

autogiros).

Não é possível falar sobre a criação do avião sem citar sobre a importância dos estudos sobre os planadores. É possível analisar os planadores como sendo aeronaves aeródinos não motorizados, ou seja, os planadores possuem característica parecida com os aviões, entretanto não possuem um motor para fornecer a tração necessária. A operação dos planadores é muito peculiar e interessante, pois os planadores possuem asas grandes e uma menor massa, justamente para poder voar e planar o máximo possível; como os planadores não possuem motores, os pilotos voam buscando térmicas de ar, da mesma maneira do que os urubus, visando conseguir planar o máximo possível e garantir a máxima eficácia do voo. (CURLEY, 2012)

A imagem abaixo ilustra como é a estrutura de um planador atual, e vale ressaltar que os primeiros planadores já possuíam algumas características parecidas com os planadores atuais.

Figura 8 - Planador atual



Fonte: CURLEY (2012)

#### 4.1 GEORGE CAYLEY

Desde os primeiros desenhos da história da aviação, o ser-humano já demonstrava muito interesse em conseguir voar, e o desenvolvimento dos primeiros planadores foram essenciais para que o avião pudesse ter sido desenvolvido posteriormente. A seguir, alguns importantes pioneiros a aviação serão analisados, além de mencionar sobre quais foram as suas principais contribuições para a aviação mundial. (CHANT, 2002)

George Cayley foi um pioneiro da aviação e dos planadores, ele era engenheiro e aviador, nascido na Inglaterra no ano de 1773. Cayley foi um dos primeiros a realmente analisar e tentar entender sobre como seria possível fazer o

ser-humano voar, e suas contribuições foram de extrema importância para o desenvolvimento de novos estudos e as forças as quais regem o voo. Vários pioneiros se inspiraram em George Cayley para tentar conseguir alcançar o feito de voar, e a seguir serão listadas quais foram as suas principais contribuições para a aviação mundial.

Os feitos de Cayley mostraram ser demasiadamente impressionantes, principalmente pois ele estudou e desenvolveu seus projetos em um momento o qual não havia estudos significativos sobre a aviação e muito menos pré projetos existentes. (GIBBS-SMITH, 1968).

A seguir serão identificadas algumas das principais contribuições de Cayley para a aviação, e vale ressaltar que o engenheiro britânico era uma pessoa extremamente dedicada e que amava aquilo o que fazia e estudava:

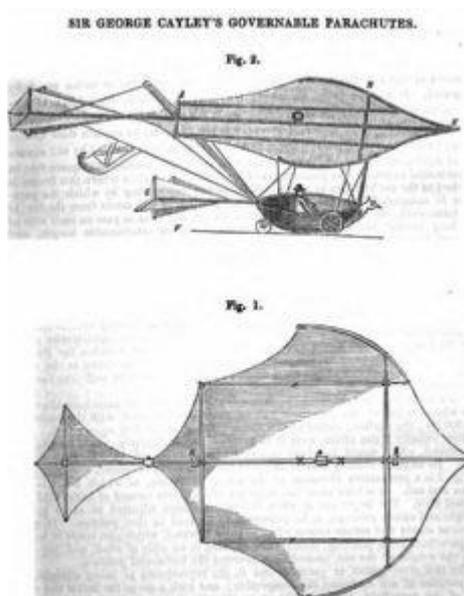
- Ele foi o primeiro a identificar sobre quais são as quatro forças as quais incidem sobre uma aeronave que é mais pesada do que o ar (sustentação, arrasto, tração e peso);
- Separou e identificou os sistemas de controle, sustentação e propulsão de uma aeronave;
- Responsável por construir o primeiro protótipo de aeronave da história e esquematizou os elementos do voo vertical;
- Desenvolveu o primeiro modelo de planador capaz de realizar um voo seguro carregando um ser-humano.

É possível perceber que Cayley foi essencial para o desenvolvimento da aviação mundial, pois ele foi um dos primeiros a estudar e pesquisar sobre a aviação e as forças do voo. É notório que a grande maioria da população desconhece sobre os feitos de Cayley e sobre qual a sua real importância para a história mundial. O engenheiro britânico previu, no século XIX, que não seria possível uma aeronave se sustentar no ar “sozinha”, sem o auxílio de um motor de peso leve. (SMITH, 2014).

George Cayley também foi o primeiro a analisar sobre como o ângulo de diedro (ângulo formado entre o eixo transversal do avião e seu plano de asas) é capaz de influenciar a controlabilidade do voo. O seu primeiro projeto de planador foi finalizado em 1804, e Cayley conseguiu voar com sucesso; esse projeto já possuía conceitos de uma aeronave moderna atual, com as asas em formato de pipa e a presença de estabilizadores horizontais (GIBBS-SMITH, 1968).

Por volta de 1853, Cayley, com a ajuda de seu neto, o qual também era apaixonado por aviação, desenvolveu o seu projeto mais impressionante, um planador em uma escala maior. Durante seus estudos, o engenheiro também identificou sobre como o centro de gravidade da aeronave era importante para o seu controle e sustentação. A figura abaixo demonstra a aeronave histórica de Cayley.

Figura 9 - Planador de George Cayley



Fonte: CHANT (2002)

Enfim, é possível afirmar que George Cayley foi um dos grandes pioneiros da aviação, pois suas contribuições foram essenciais para que o avião pudesse ter sido desenvolvido, e o transporte aéreo conseguisse ter atingido o status de transporte mais eficaz do mundo. O que torna o seu feito ainda mais impressionante, é o fato de o britânico ter estudado em um período onde não havia estudos sobre a aviação, ou seja, ele teve que começar “basicamente do zero”. (CHANT, 2002)

A seguir, outro grande pioneiro dos planadores será analisado, um visionário, o qual conseguiu atingir resultados muito interessantes os quais também permitiram que a aviação atingisse o nível atual de eficácia e segurança.

#### 4.2 OTTO LILIENTHAL

Otto Lilienthal foi um pioneiro dos planadores, alemão, considerado por muitos como o primeiro a, realmente, conseguir documentar e repetir voos com sucesso com seus planadores. Lilienthal nasceu em 1848 e seu apelido era “o homem voador”.

É válido resumir sobre como foi a vida de Lilienthal, a fim de entender sobre como surgiu a sua paixão pelo voo e como suas contribuições para a aviação foram possíveis. O pioneiro alemão nasceu no dia 23 de maio de 1848, e desde sua infância, ele já demonstrava ter interesse em conseguir voar, pois durante suas aulas, ele ficava fascinado com o voo dos pássaros. Lilienthal chegou a amarrar asas postiças em seu corpo a fim de conseguir repetir o feito das aves; ele obteve a

ajuda de seu irmão Gustav durante a tentativa, todavia, eles falharam. Pode-se afirmar que a infância de Otto foi relativamente tranquila, pois ele viveu em uma família de classe média ao lado de mais oito irmãos, sendo que apenas três conseguiram atingir a vida adulta (NATIONAL, 1980).

Após finalizar o ensino básico, Lilienthal se tornou um engenheiro de sucesso, pois conseguiu trabalhar em diferentes empresas na Alemanha, mantendo a eficiência em seu trabalho. Uma curiosidade sobre a vida do visionário Alemão é que ele teve que servir ao seu país durante a guerra Franco Prussiana. Após obter sucesso em diferentes empresas como um engenheiro, Lilienthal decidiu abrir a sua própria empresa e se tornar empresário; sua empresa produzia motores a vapor e caldeiras. É válido concluir que a experiência de Lilienthal como engenheiro permitiu que ele obtivesse mais facilidade com os estudos sobre as forças do voo, e a criação do seu planador.

Após analisar brevemente sobre a vida pessoal e a carreira de Otto Lilienthal, torna-se necessário avaliar sobre suas verdadeiras contribuições para a aviação, e o motivo dele ser considerado um dos pioneiros dos planadores. Sua principal contribuição foi conseguir desenvolver o voo de um dispositivo mais pesado do que o ar, um planador, ou seja, não possui propulsão própria. (CHANT, 2002)

Suas primeiras tentativas aconteceram em 1891, quando ele desenvolveu o seu primeiro planador, o Derwitzer, um modelo muito interessante o qual não se assemelha com os planadores atuais. O projeto pioneiro de Lilienthal era notável, pois ele se assemelhava as asas de um pássaro, e o piloto ficava com as pernas “livres”, ou seja, não existia um local para apoiar os pés e o piloto devia se apoiar na estrutura das asas para conseguir voar. Vale ressaltar que seus planadores eram minuciosamente construídos, e durante a sua carreira na aviação ele desenvolveu diferentes modelos de biplanos e monoplanos. O visionário alemão já entendia alguns conceitos sobre o centro de gravidade da aeronave e portanto, seus planadores foram cuidadosamente desenvolvidos visando que ele conseguisse controlar o peso da aeronave conforme ele se movimentava em voo, assim, permitindo um voo estável e seguro. (CURLEY, 2012)

Os planadores de Lilienthal possuíam um defeito, a sua controlabilidade e a manobrabilidade eram complicadas, além de existir uma tendência do planador de se projetar em direção ao solo durante o voo, com mínimas chances de recuperação. Esses problemas aconteciam devido ao fato de que Lilienthal utilizava seus ombros para se apoiar no planador, enquanto somente as pernas e a parte inferior do corpo poderiam se mexer. A figura abaixo ilustra como era o planador de Otto Lilienthal.

Figura 10 - Planador de Otto Lilienthal



Fonte: NATIONAL AIR AND SPACE MUSEUM (1980)

É interessante analisar que os projetos aeronáuticos de Lilienthal aconteceram com a ajuda de seu irmão Gustav, e para conseguir testar suas invenções e poder voar, ele desenvolveu um morro artificial perto de Berlin; esse fato mostra o quanto que Lilienthal era apaixonado pela aviação. O lucro o qual ele obteve com a sua empresa permitiu ele focar seus estudos somente em seus experimentos.

O sucesso do alemão foi gradual, ou seja, em 1891, quando ele iniciou seus testes, ele conseguia planar por uma distância de aproximadamente 25 metros, todavia em 1893, Lilienthal já conseguia planar por distâncias aproximadas em 250 metros, provando o sucesso de seus estudos e esforços. Em 1893, também foi tirada uma foto de Otto Lilienthal voando com seu planador, e essa foi a primeira foto de uma pessoa voando de toda a história. Portanto, o visionário alemão passou a ficar famoso nacionalmente e mundialmente, já que vários jornais publicaram a sua foto voando. Vale ressaltar que ninguém conseguiu superar o recorde de Otto até a data de seu falecimento (planar por 250 metros). A imagem abaixo ilustra a famosa foto do aviador alemão (NATIONAL. 1980).

Figura 11 - Primeira foto de um ser humano voando



Fonte: CHANT (2002)

Todavia o sucesso do famoso aviador não perdurou muito tempo, pois ele teve uma carreira curta na aviação. No dia 9 de agosto de 1896, Lilienthal estava voando com seu planador como sempre fazia, era um dia ensolarado e o tempo era propício ao voo. Os primeiros voos do dia foram ótimos, ele conseguiu planar por longas distâncias, contudo, por volta do quarto voo, o planador inclinou em direção ao solo, e Otto não conseguiu de recuperar dessa condição instável, caindo de uma altura de aproximadamente 15 metros. Ele foi levado ao hospital mais próximo, ainda com vida, mas não resistiu aos ferimentos e faleceu devido à queda. (CURLEY, 2012)

Dentre as diversas contribuições para a aviação de Lilienthal, as principais foram: descrever precisamente como acontece o voo dos pássaros; realizou vários experimentos e testes visando conseguir informações e dados aeronáuticos confiáveis; e ele pode descrever sobre como era o comportamento aerodinâmico das asas de uma aeronave. No ano de 1889, o livro de Otto foi publicado: *Birdflight as the basis of aviation* (o voo dos pássaros como a base da aviação), demonstrando tudo o que ele havia estudado. (CHANT, 2002)

É possível afirmar que Otto Lilienthal faleceu fazendo o que mais lhe proporcionava prazer, ou seja, voar. Portanto, Otto Lilienthal foi um dos grandes

visionários da história da aviação, e suas contribuições foram essenciais para que futuramente o avião pudesse ter sido desenvolvido. Otto utilizou dados e informações de George Cayley visando desenvolver as suas pesquisas, e posteriormente, os famosos irmãos Wright utilizariam os dados obtidos por Lilienthal para testar os seus próprios planadores. Portanto, foi identificado mais um dos grandes visionários da história da aviação, e como suas contribuições permitiram a criação do avião. A seguir, será analisado sobre o início dos testes da aeronave mais pesada do que o ar e como dois irmãos de Dayton conseguiram desenvolver uma criação a qual mudaria a história da humanidade.

## **5 AERONAVES MAIS PESADAS QUE O AR**

Foi possível identificar que antes de o avião ter sido desenvolvido, diversos pioneiros da aviação já estudavam e produziam outros modelos de aeronaves, tais como os planadores e balões. Todavia, não é possível comentar sobre a invenção do avião, sem citar sobre aqueles os quais foram os primeiros a conseguir realizar um voo com uma aeronave mais pesada do que o ar que possui propulsão própria, ou seja, motores. Os principais personagens a serem analisados a seguir serão: o brasileiro Alberto Santos Dumont, e os norte-americanos irmãos Wright. Seus projetos e descobertas permitiram que o avião fosse desenvolvido e o transporte aéreo criado (JORGE, 2018).

É válido analisar que existe uma discussão sobre quem foi, realmente, o inventor do avião, se foi Santos Dumont ou os irmãos Wright; todavia, já foi identificado que não existiu somente um único inventor, pois o esforço coletivo de vários visionários e pioneiros espalhados ao redor do mundo é o que permitiu que o avião pudesse ter sido desenvolvido. Muitos brasileiros ignoram e menosprezam as conquistas dos irmãos Wright, da mesma forma como os norte-americanos não valorizam os feitos e as conquistas de Santos Dumont; principalmente devido ao nacionalismo exagerado e pela falta de conhecimento. Faz-se necessário entender que ambos foram importantes para a aviação e para o transporte aéreo. Portanto, as conquistas e realizações de ambos serão analisadas e explicadas, a fim de demonstrar como a invenção do avião foi possível. (JORGE, 2018)

Ambos visionários serão analisados de forma separada, pois existe muito conteúdo a ser comentado com relação aos irmãos Wright e Alberto Santos Dumont e os primeiros a serem identificados serão os irmãos Wright.

### **5.1 IRMÃOS WRIGHT**

Nos Estados Unidos da América, uma dupla de irmãos ficou conhecida mundialmente por seus feitos e realizações na área da aviação, seus nomes eram Wilbur Wright e Orville Wright. Eles ficaram mundialmente conhecidos como “os irmãos Wright”, principalmente por sempre estarem trabalhando e estudando juntos, e os irmãos formaram uma dupla muito interessante (PASSFIELD, 2006).

#### **5.1.1 História dos irmãos**

Antes de analisar sobre as principais conquistas da dupla, é interessante analisar sobre como foi a vida dos irmãos, a fim de identificar sobre como eles

conseguiram tanto sucesso, até se tornarem pioneiros da aviação.

Orville Wright nasceu em 19 de agosto de 1871, em Dayton, EUA, e Wilbur Wright nasceu no dia 16 de abril de 1867, no estado de Indiana. Ambos eram filhos de Milton Wright (pai dos irmãos), um bem-sucedido ministro de igreja, e de Susan Wright (mãe dos irmãos). Os irmãos Wright tiveram uma infância bem-sucedida, pois sua família possuía uma boa condição financeira; grande parte de sua infância aconteceu na cidade de Dayton, Ohio, lugar onde eles frequentaram escolas públicas e passariam a maior parte de suas vidas. Os irmãos Wright possuíam outros dois irmãos, e Orville disse que eles viviam em um ambiente onde eram sempre incentivados a alcançar os seus sonhos e investigar tudo aquilo que pudesse vir a causar curiosidade; com certeza, a família da dupla foi essencial para desenvolver a curiosidade e a genialidade dos irmãos. (PASSFIELD, 2006)

Durante a infância da dupla, o pai dos irmãos Wright conseguiu de tornar o bispo de sua igreja, incrementando mais ainda a sua influência sobre a localidade em que vivia a família Wright. Pode-se reiterar que o Bispo Wright foi uma grande influência na vida de seus filhos, e da mesma forma que seu pai, Wilbur e Orville conseguiram desenvolver particularidades as quais foram essenciais para a genialidade e o sucesso da dupla. As características principais são: o fato de eles serem pensadores independentes; uma ótima confiança em seus julgamentos e a habilidade de conseguir persistir mesmo com os descontentamentos e as adversidades. A figura abaixo demonstra a dupla de irmãos em uma de suas aeronaves, ilustrando a sua paixão pela aviação (KELLY, 2012).

Figura 12 - Wilbur e Orville Wright



Fonte: PASSFIELD (2006)

Vale analisar que os irmãos Wright foram os únicos da família a não fazer uma faculdade e a não se casar. Em 1885, Wilbur sofreu um acidente que o fez ficar três anos tratando de sua lesão; durante esse momento de sua vida, ele ajudou a cuidar de sua mãe, e aproveitou para ler vários livros. Infelizmente, sua mãe veio a falecer de tuberculose no ano de 1889. Após a morte de sua mãe, os irmãos Wright definiram que iriam iniciar a sua carreira profissional, por isso, eles abriram uma loja de impressão de jornais, a qual produzia dois jornais locais de alta qualidade (CURLEY, 2012).

Em 1892, os irmãos Wright decidiram investir em sua segunda paixão de vida, que eram as bicicletas. É interessante ressaltar que além da aviação, as bicicletas eram outro fascínio o qual a dupla possuía, e em 1896, eles decidiram produzir a sua primeira bicicleta. Os irmãos também desenvolveram um modelo exclusivo, ou seja, uma bicicleta com vários complementos novos e um sistema de óleo independente. A loja de bicicletas e a loja de impressão de jornais foram primordiais para a carreira aeronáutica dos irmãos Wright, porque os irmãos conseguiram economizar um capital suficiente para financiar os seus experimentos aeronáuticos. Outro fator que permitiu que os irmãos conseguissem iniciar os seus testes aeronáuticos foi: a projeção e a construção de máquinas leves precisas, as quais eram produzidas com metal, madeira e fios. A imagem abaixo é bem intrigante, e demonstra uma das bicicletas produzidas pelos irmãos Wright, evidenciando que a dupla não ficou reconhecida somente pela aviação (KELLY, 2012).

Figura 13 - Bicicleta fabricada pelos irmãos Wright



Fonte: CURLEY (2012)

### 5.1.2 A paixão pela aviação

O início do interesse pela aviação da dupla iniciou logo em sua infância, quando o seu pai os presenteou com um helicóptero de brinquedo. 10 anos depois, eles iniciaram a estudar e ler sobre o trabalho de um grande visionário dos planadores, Otto Lilienthal (famoso aviador alemão pioneiro dos planadores). Em 1896, quando Lilienthal faleceu durante o acidente aéreo, o entusiasmo pela aviação dos irmãos Wright aumentou exponencialmente, e a partir desse momento, eles passaram a ler e pesquisar todo material disponível na biblioteca local que tratava sobre aviação. É válido analisar que a dupla chegou a enviar uma carta para o instituto de Smithsonian, um instituto aeronáutico mundialmente conhecido, solicitando todo o material disponível relacionado a aviação; e isso demonstra o quanto a dupla estava interessada pelo assunto (PASSFIELD, 2006).

Em 1900, eles iniciaram a realizar os seus primeiros testes com os planadores. A dupla teve a ajuda de um famoso engenheiro mecânico da época,

Octave Chanute, e ele se tornaria um confidente dos irmãos Wright durante toda a sua carreira. Após alguns estudos, eles identificaram que para poder criar uma máquina voadora, seria necessário um sistema de controle para controlar a aeronave em voo, um sistema de de propulsão para mover a aeronave no ar e as asas para gerar sustentação. Otto Lilienthal já havia obtido sucesso com a criação de asas capazes de criar a sustentação, e motores de combustão interna estavam começando a ser desenvolvidos; portanto, o problema maior a ser solucionado, seria como conseguir controlar a aeronave em voo (algo que Liliethal não havia conseguido).

A fim de conseguir ter o controle total sobre a sua aeronave, os irmãos Wright passaram a estudar uma maneira de conseguir controlar a sua aeronave em voo. Brillantemente, eles concluíram que caso eles conseguissem manipular o centro de pressão das asas, eles poderiam obter o controle total do voo. Foram realizados vários testes mecânicos visando atingir a manipulação do centro de pressão. Após vários experimentos, eles analisaram que o controle da aeronave em voo poderia acontecer a partir da utilização de uma espécie de “torção” das asas, em cada lado. A torção permitia que a sustentação aumentasse em um lado, e diminuísse no outro lado da asa; isso permitiu a realização das curvas e o controle da aeronave em voo (uma grande conquista para o período) (KELLY, 2012).

É possível identificar que essa foi uma das grandes contribuições dos irmãos Wright, pois eles foram os primeiros a testar e a descobrir um meio de controlar os três eixos de uma aeronave, lateral, vertical e longitudinal. O sistema que permitia a torção das asas foi nomeado como “wing warping” (deformação da asa), e esse sistema pode ser considerado como um primitivo aileron, ou seja, os irmãos criaram os primeiros ailerons da história. Vale ressaltar que quase todos os aviões utilizam ailerons atualmente (CHANT, 2002).

Com relação ao “wing warping”, é válido ressaltar que foi um grande avanço na história da aviação, pois os irmãos encontraram uma forma de realizar curvas em voo com a inclinação das asas, algo que ainda não havia acontecido com outros pioneiros. O fato de a dupla também possuir um interesse pelas bicicletas influenciou na criação do “wing warping”, pois a fim de realizar curvas durante um passeio de bicicleta, é necessário inclinar o corpo junto da bicicleta para poder realizar as curvas; Wilbur e Orville decidiram tentar fazer da mesma forma com seu planador, e obtiveram sucesso (CURLEY, 2012).

No ano de 1899, aconteceram os primeiros testes com o “wing warping”, em uma pequena aeronave biplana. Os experimentos provaram que seria possível conseguir realizar curvas, subir e descer, e por isso, eles decidiram desenvolver o seu primeiro planador em escala real a partir dos estudos e dos testes realizados por Otto Lilienthal (PASSFIED, 2006).

A cidade natal dos irmãos era a cidade de Dayton, todavia, o local não era ideal para a realização dos voos testes devido a ser um local com poucos ventos e plano, portanto, a dupla decidiu por viajar até um vilarejo localizado na Carolina do norte, um local ideal para os teste com altas dunas, terreno bom para pouso e com ventos fortes. O primeiro planador dos irmãos possuía asas com 15 metros de área, e mesmo que os voos não obtiveram o sucesso esperado, Wilbur e Orville conseguiram coletar dados e informações importantes as quais seriam essenciais para o desenvolvimento e a fabricação de suas aeronaves futuras.

A fim de conseguir voar por distâncias maiores, os irmãos Wright decidiram por aumentar a área da asa de seu planador para 26 metros quadrados. Em julho de 1901, os irmãos tiveram sucesso e conseguiram realizar de 50 até 100 voos com o novo planador. O responsável por comandar a aeronave era Wilbur, e a maior distância percorrida foi e aproximadamente 120 metros. Contudo, mesmo com um aprimoramento nos testes, o resultado ainda não foi satisfatório e não condizia com os cálculos dos irmãos, além de eles ainda não conseguirem resolver totalmente o sistema de controle em voo (KELLY, 2012).

Até 1901, todos os testes realizados aconteciam em base de dados e cálculos obtidos através dos estudos dos antecessores dos irmãos Wright na aviação, tais como Otto Lilienthal e George Cayley, todavia, a dupla não estava obtendo os resultados esperados. Por conta desse fator, os irmãos Wright decidiram por criar o seu próprio túnel de vento, objetivando conseguir seus próprios cálculos a respeito de sustentação e área da asa. Vale ressaltar que os teste e experimentos realizados no túnel de vento foram essenciais para o desenvolvimento de seus futuros testes e estudos, pois a dupla chegou a analisar entre 100 a 200 diferentes modelos de asa, estudando sobre como o seu formato, tamanho e fabricação poderiam interferir nos cálculos de sustentação; e todos os testes foram realizados no túnel de vento (PASSFIELD,2006).

Em setembro de 1902, utilizando as informações coletadas no túnel de vento, a dupla criou o seu terceiro planador. Finalmente, o planador passou a voar como os irmãos esperavam, realizando entre 700 até 1000 voos, planando por uma distância de aproximadamente 192 metros, por aproximadamente 27 segundos. Esses números representavam um grande avanço para o período, e outro fator interessante é que um leme direcional foi adicionado ao sistema de “wing warping” a fim de aprimorar o controle do planador em voo. A figura abaixo ilustra como era o terceiro planador dos irmãos Wright.

Figura 14 - Planador dos irmãos Wright



Fonte: CROMPTON (2007)

### 5.1.3 O primeiro avião

Após conseguirem sucesso com seu planador, Wilbur e Orville Wright decidiram por tentar fabricar um modelo de aeronave que ainda não havia sido desenvolvida, ou seja, uma aeronave motorizada. Eles procuraram a ajuda de um velho conhecido, Charles Taylor (maquinista o qual trabalhou com a dupla durante a loja de bicicletas) visando construir um motor de combustão interna equipado com uma hélice e 4 cilindros, para tornar a sua aeronave em uma aeronave motorizada (CURLEY, 2012).

Além de serem os primeiros a criar uma aeronave controlada pelos três eixos (longitudinal, vertical e lateral), os irmãos Wright também revolucionaram com relação a sua hélice, pois eles perceberam, através de seus testes com o túnel de vento, que a hélice poderia funcionar como um aerofólio, ou seja, produzir sustentação. Portanto, a dupla desenvolveu uma hélice em formato de aerofólio, a qual possuía uma eficiência de 70%. Vale ressaltar que a hélice mais eficiente da aviação atual é de aproximadamente 85%, evidenciando a genialidade da dupla que conseguiu 70% em 1902 (KELLY, 2012)

O objetivo da dupla era conseguir equipar o seu melhor planador com o

motor desenvolvido. Os irmãos Wright conseguiram construir o flyer III (nome dado a aeronave histórica), e Wilbur foi o primeiro a pilotar, todavia acabou se acidentando logo após a decolagem. Mas em 17 de dezembro de 1903, aconteceu o voo histórico, o qual Orville conseguiu voar com o flyer III e aconteceu o primeiro voo de uma aeronave motorizada mais pesada do que o ar de toda a história; o voo durou somente 12 segundos percorrendo 53 metros. Wilbur Wright também realizou um voo, que durou aproximadamente 15 segundos.

Com relação ao flyer III, era uma aeronave que não possuía trem de pouso, ou seja, era necessária uma espécie de “carreta” que corria sobre trilhos, para que o avião realizasse a decolagem. Também eram necessários ventos fortes de proa, porque as asas necessitavam dessas condições para gerar sustentação; com ventos calmos os voos não poderiam ser realizados (CHANT, 2002).

É válido analisar que a grande maioria dos norte-americanos consideram o voo de 1903 como o primeiro voo de um avião da história, todavia, o voo foi muito curto e não houve registros sobre os voos, somente testemunhas oculares, e por conta disso, muitos chamaram os irmãos Wright de enganadores e mentirosos. Um grande temor da dupla era que seu projeto fosse roubado e copiado por outra pessoa, por isso eles mantinham sigilo em seus testes e experimentos.

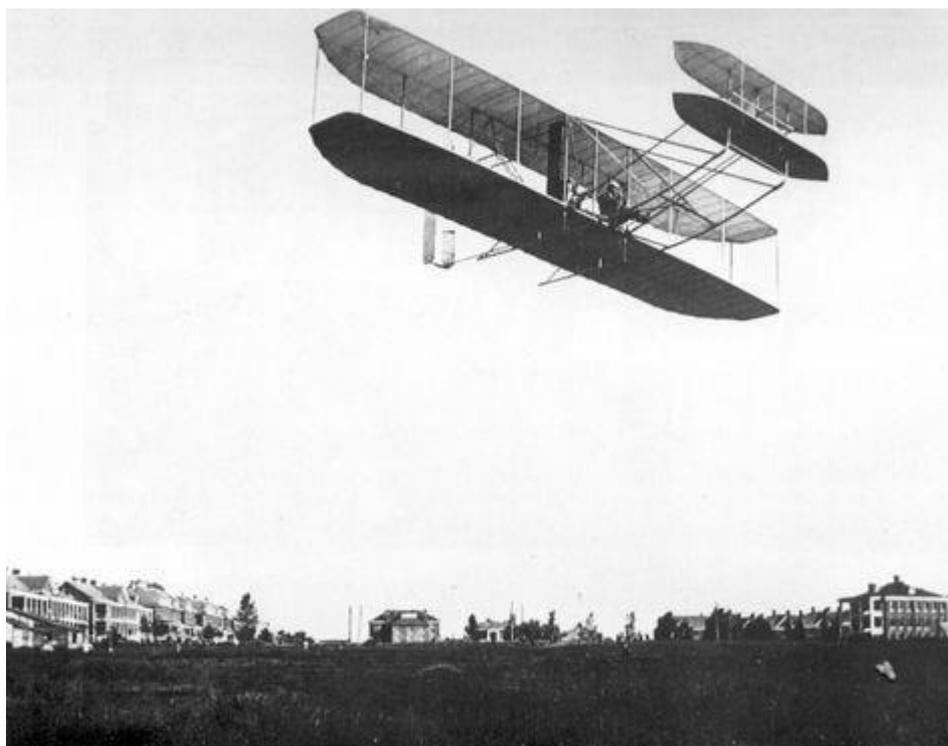
Depois do voo de 1903, os irmãos Wright decidiram por continuar aprimorando o seu projeto a fim de conseguir voar por um maior período. Em outubro de 1905, a dupla realizou vários voos em frente à vários expectadores o qual eles conseguiam realizar curvas, subir e descer com o flyer III, ou seja, possuíam o controle total de sua aeronave; eles conseguiram voar por 39 minutos ininterruptos. Portanto, é possível concluir que os irmãos Wright, realmente, foram os primeiros a conseguir voar com uma aeronave mais pesada do que o ar motorizada, ou seja, um avião. O feito ocorreu somente um ano antes do lendário voo de Santos Dumont, e vale ressaltar que o voo de 1903 não pode ser considerado como o primeiro, pois foi um voo muito curto e sem o devido controle (PASFIELD, 2006)

Após os testes de 1905, a dupla decidiu interromper os testes com a sua aeronave, tendo em vista que a sua invenção ainda não estava protegida por patentes, e os irmãos tinham medo de que alguém roubasse a sua criação. É importante frisar que o maior objetivo dos irmãos Wright com a aviação foi sempre o lucro, ou seja, conseguir lucrar com as suas invenções; diferentemente de Santos Dumont, o qual tinha o sonho de tornar a aviação acessível para todos os públicos, e que todos pudessem experimentar a sensação de voar (JORGE, 2018)

No ano de 1908, a dupla conseguiu vender a sua máquina voadora para o exército americano, pelo valor de U\$25.000,00, todavia, ela devia ser capaz de voar por uma hora e carregar um passageiro. Também em 1908, aconteceu uma exibição

aérea na França, e os irmãos Wright participaram e mostraram a sua criação para o mundo, e após perceberem o domínio da dupla com sua aeronave, todos passaram a acreditar que os irmãos Wright não eram uma farsa, e muito menos mentirosos. Wilbur Wright faleceu cedo, em 1912, por isso, Orville Wright foi o responsável por manter o legado da família, até que ele faleceu em 1948, devido a um ataque cardíaco. A figura abaixo ilustra um voo de exibição feito pelos irmãos Wright para o exército americano.

Figura 15 - Flyer voando durante demonstração



Fonte: KELLY (2012)

Em síntese, os irmãos Wright foram visionários da aviação, e suas contribuições foram essenciais para que a indústria aeronáutica fosse desenvolvida, e o transporte aéreo se tornasse o mais eficaz e seguro meio de transporte do mundo. Eles desenvolveram uma aeronave que ainda não havia sido desenvolvida, mas é válido ressaltar que eles não foram os únicos a inventar o avião, pois sem os estudos de seus antecessores, eles não conseguiram realizar os seus feitos (KELLY, 2012).

É possível considerar os irmãos Wright como um dos pais da aviação, e sobre a famosa comparação entre a dupla e Santos Dumont, é preciso considerar somente que ambos foram essenciais e contribuíram muito para a história da aviação.

## 5.2 ALBERTO SANTOS DUMONT

A história de Santos Dumont começa no dia 20 de julho de 1873, nascido em Cabangu, um distrito de João aires, estado de Minas Gerais. Tendo em sua homenagem, o batismo de sua cidade natal em seu nome, reiterando o pai da aviação, além de existir um museu (STUDART, 2006).

A sua família possuía uma grande fazenda, que era destinada totalmente para o cultivo do café, levando a uma grande estabilidade financeira e esse fato o possibilitou desenvolver o seu foco pessoal nos estudos, possibilitando acreditar e conseguir realizar os seus projetos.

“Seu sonho, desde criança, era criar um aparelho que permitisse o homem voar controlando seu próprio curso. Passou a adolescência lendo Júlio Verne, observando os pássaros e estudando sua constituição física.” (FRAZÃO, 2019)

Pode-se afirmar que o jovem Dumont teve um prematuro contato com máquinas de sua fazenda e até mesmo com um balão. Com o balão teve o seu primeiro contato, na capital de São Paulo, em uma exposição aeronáutica, no ano de 1888.

O seu contato precipitado com as máquinas aconteceu por conta de seu pai, Henrique Dumont, o qual era engenheiro e sempre visava a utilização das melhores máquinas e tecnologias da época, chegando a ser considerado o “Rei do café do Brasil”. Santos Dumont acabou tendo um contato muito cedo com as locomotivas e tratores a vapor que eram utilizados no transporte de cargas na fazenda. A sua curiosidade e facilidade com as máquinas levou ele a aprender a dirigir muito cedo, mostrando também que sempre foi fascinado por máquinas e em sua biografia, escreveu que ali já imaginava como seria voar (FRAZÃO, 2019).

Ao adentrar o ano de 1891, após o seu pai Henrique Dumont se acidentar, e cair de um cavalo, levando a ficar paraplégico, ele resolveu enviar Santos Dumont para realizar a sua primeira viagem a Paris. Já nessa primeira visita, teve contato com uma exposição de carros e sobretudo ficou deslumbrado com um pequeno motor a explosão. Levando o mesmo a comprar o seu próprio automóvel, indicando o seu amor pelos meios de transporte e pelas máquinas.

“Subiu em um balão dirigido pelo aeronauta francês Machuron e fabricado pela firma Lachambre & Macuhron, saindo do Parque de Aerostação de Vaugirard em Paris e descendo no terreno de Chateau de La Ferrière, propriedade de Alphonse de Rotschild.” (JORGE, 2018. Pág. 82)

Após realizar o seu primeiro voo em um balão de ar quente, Santos Dumont

despontou a vontade de construir o seu primeiro balão. Com isso obteve ajuda dos fabricantes que ele já mantinha contato, dando início a produção do seu próprio balão, que possuía características de voo livre e esférico.

### **5.2.1 Os projetos de Dumont**

Dando início aos seus projetos ele decidiu por nomear e numerar os mesmos. Santos Dumont projetou e executou o seu balão dirigível de número 1, batizado como Brasil, o qual matinha a característica de seu primeiro balão, sendo de voo livre e esférico, e com o mesmo realizou diversos voos por Paris. Já no seu projeto de número 2, também um balão dirigível, manteve as principais características, aumentando somente o seu diâmetro, levando a realizar pequenas modificações (MEDEIROS, 2006).

Já com o seu balão dirigível de número 3, com um novo formato, mais alongado, dessa vez utilizando gás, conseguiu contornar a Torre Eiffel pela primeira vez na história. Conforme relatos, foi ali que ele decidiu se dedicar totalmente aos seus projetos, sempre buscando o seu aprimoramento e novos desafios. Entretanto foi com o seu projeto de número 5 e 6, que conseguiu completar o trajeto exigido do desafio de Deutch. Com o número 5 completou o percurso exigido, mas fora do tempo estipulado e com o número 6, executou a prova com sucesso, sendo considerado o maior aeronauta do mundo, recebendo um prêmio de 100 mil francos e distribuindo o prêmio com a sua equipe e com os desempregados da cidade.

Figura 16 - O voo do balão dirigível número 6



Fonte: JORGE (2018)

Em seus projetos de número 7 até o número 10, buscou novos modelos, com finalidades diferente, implementando motores novos e até já esboçando a ideia do transporte de passageiros e cargas. Também foi com projeto de número 9, que se tem o primeiro registro de uma mulher no comando de um dirigível, Aída de Acosta, realizando este feito no dia 29 de junho de 1903.

A partir do projeto de número 11, Santos Dumont acabou tomando outros rumos, desenvolvendo um planador, monoplano, que necessariamente não precisaria de um tripulante, e no projeto de número 12, tendo como inspiração Leonardo Da Vinci, tentou alavancar o projeto de um helicóptero. Mas ambos projetos não acabaram obtendo sucesso, levando buscar outros desafios (MEDEIROS, 2006).

Após realizar diversos projetos utilizando os mais leves que o ar, Dumont, se engajou no projeto do mais pesado que o ar, na época, tendo como incentivo um movimento muito forte do governo Francês e de diversos apoiadores, pois estabeleceram uma premiação muita alta para quem desenvolvesse uma aeronave mais pesada que o ar, incentivando fabricantes e inventores da época para a realização do voo do mais pesado que o ar.

Foi com o seu projeto de número 14-bis, que conseguiu realizar o feito de

alçar voo de algo mais pesado que o ar, com meios próprios, com o reconhecimento da sociedade científica da época, e que acompanhava todas as suas apresentações. Seu projeto era diferente dos irmãos Wright, os quais utilizavam uma catapulta para realizar o voo.

Figura 17 - 14 Bis de Santos Dumont em demonstração para o público



Fonte: JORGE (2018)

Tendo em vista o sucesso com o 14-bis, Dumont, não se deu por satisfeito, fez ainda o projeto número 15 um biplano e o número 16, utilizando dirigível e avião. Já no projeto 17, e 18 buscou entrar no projeto dos hidroaviões, mas acabou não tendo sucesso.

Contudo no seu projeto de número 19, o último de sua jornada, o Demoiselle, foi adaptado, e foi implementando asas menores e mais resistentes, conseguindo atingir a marca de 90 km/h, e foram construídas 50 unidades. O seu último projeto, foi feito para ser produzido em grande escala, e o mesmo foi até publicado no jornal, com detalhes e todas informações possíveis. Dumont não patenteou os seus projetos, e ajudou diretamente na evolução da aviação mundial. Foi com o Demoiselle, que após sofrer um acidente decidiu nunca mais voar, em seguida foi descoberta a sua doença, esclerose múltipla, a qual encerrou as suas atividades na sua oficina.

Figura 18 - Demoiselle



Fonte: BARROS (2004)

### 5.2.2 A morte de Dumont

Devemos levar em consideração que a razão de sua morte foi controversa, pois se tem duas versões. A primeira é que segundo os jornais da época, apontavam que a causa da morte veio decorrente de sua doença, segundo historiadores, foi um meio do governo proteger a história do herói nacional, como era considerado na época. Santos Dumont em seu auge foi considerado uma das pessoas mais famosas do mundo, tendo suas glórias repercutidas em todos os continentes.

Existe uma teoria que o motivo de sua morte foi que Dumont se matou enforcado, no quarto de um hotel em que se mantinha no Guarujá. Além da sua doença, sofria de uma depressão profunda. Relatos contam que ao ver a máquina que ele criou sendo utilizada para destruição, no início da guerra de 1932, causou uma grande angústia, levando o próprio a tirar a sua vida.

Em sua memória fica que, Santos Dumont foi um grande inventor e gênio da aviação mundial. Tendo em sua trajetória um fator crucial para o seu sucesso, uma base muito forte, vindo do apoio total de sua família, a qual possibilitou o mesmo a

se destacar em Paris. Colocando um brasileiro com umas das personalidades mais importantes da história e trazendo a possibilidade de fazer o homem voar. Seu nome é lembrado no mundo todo, até os dias de hoje, recebendo homenagens em museus, estátuas e monumentos (ORTHOF, 2014).

## 6 CONCLUSÃO

A fim de identificar sobre como foi possível a invenção do avião, foi necessário analisar sobre importantes aspectos da história da aviação mundial. Primeiramente, foi possível identificar sobre a influência dos filósofos, físicos e da mitologia grega, e esses tópicos demonstraram que mesmo antes de Cristo, as pessoas já demonstraram interesse em conseguir voar, além de criar histórias e mitos sobre seres humanos voadores. Vale ressaltar que Leonardo da Vinci também foi estudado, e seu interesse pelo voo dos pássaros, o fez desenvolver projetos aeronáuticos pioneiros, tais como o helicóptero e o paraquedas, durante o século XV. A contribuição de Da Vinci e dos primeiros desenhos foi essencial para que futuros entusiastas conseguissem obter sucesso em seus projetos, e o avião fosse desenvolvido.

Após os primeiros desenhos, foi identificada a história dos primeiros aeróstatos (aeronaves mais leves que o ar) desenvolvidos, os balões. Os estudos dos balões foram primordiais para o desenvolvimento da aviação, no século XVIII, o padre Bartolomeu de Gusmão e os irmãos Montgolfier descobriram que o ar quente poderia ser usado para fazer o tecido flutuar, portanto, era possível utilizá-lo para o voo. Seus experimentos obtiveram sucesso e contribuíram para que o avião fosse inventado anos mais tarde.

Os planadores também foram identificados, os quais são aeródinos não motorizados. O britânico George Cayley foi o primeiro a estudar as forças que regem o voo, além de ser o primeiro a desenvolver um planador que realizasse um voo em segurança, transportando um ser-humano. Além de Cayley, o alemão Otto Lilienthal foi outro pioneiro dos planadores, e seus estudos e experimentos o permitiram desenvolver um planador eficaz que podia planar por distâncias de aproximadamente 150 metros; seus estudos foram utilizados pelos irmãos Wright posteriormente, e, infelizmente, Lilienthal faleceu durante um voo experimental. Vale ressaltar que os estudos e desenvolvimento dos planadores foi essencial para o desenvolvimento e a fabricação do avião.

Por fim, foi analisada a história dos primeiros a, realmente, produzir e voar com um avião, uma aeronave mais pesada que o ar e motorizada. Os norte-americanos irmãos Wright e o brasileiro Alberto Santos Dumont. A história da dupla norte americana foi explanada, evidenciando o seu entusiasmo pela aviação desde a sua infância; eles desenvolveram seu próprio túnel de vento, além de fabricarem um hélice em formato de um aerofólio, e desenvolver o primeiro aileron da história; em 1905, a dupla já conseguia realizar voos de 40 minutos ininterruptos com seu avião desenvolvido, evidenciando a criação de um dos primeiros aviões da história. A

história de Santos Dumont também foi analisada, demonstrando seu interesse pela aviação desde sua infância, e como ele criou uma digna vida em Paris. Seus projetos eram nomeados com números, e ele desenvolveu dirigíveis, balões, até chegar em sua invenção 14-bis, a histórica aeronave que realizou o voo em 1906.

Vale ressaltar que os principais pioneiros da história da aviação foram identificados durante a monografia, e como as suas descobertas e experimentos permitiram que o avião fosse criado, além de se tornar um dos principais meios de transporte do mundo. Visando compreender sobre como foi possível a criação do avião, foi necessário estudar sobre a história da aviação mundial e detalhar as principais contribuições dos pioneiros e entusiastas da aviação mundial.

É necessário realçar que a invenção do avião não foi um evento simultâneo e singular, pois foi necessário o estudo de diversos pioneiros, espalhados por todo o mundo, desenvolvendo estudos em diferentes momentos históricos, até que finalmente, os irmãos Wright e Santos Dumont conseguissem voar com seus aviões. Os estudos dos balões, dos planadores, dos primeiros desenhos e de da Vinci foram essenciais para o desenvolvimento do avião, e para que o transporte aéreo se tornasse um dos mais eficientes e seguros do mundo. Os principais objetivos e o problema de pesquisa foram explanados durante a monografia.

Também é válido ressaltar que não existem diversos trabalhos sobre a história da aviação, e por ser uma área rica em conhecimento, o trabalho não esgota as pesquisas dessa área de conhecimento, e que futuras pesquisas possam ser realizadas, a fim de aprofundar os conhecimentos sobre o tema.

## REFERÊNCIAS

- AVIÃO Guia para a História: As mais incríveis aventuras da maquina que o homem inventou para voar. 4. ed. São Paulo: On line, 2016. 30 p.
- BARROS, Henrique Lins. **Santos Dumont e a invenção do voo**: A conquista do ar. 2. ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahareditor Ltda., 2004. 190 p.
- BRASIL. **O SACERDOTE QUE SONHAVA VOAR. Incaer - Instituto Histórico-cultural da Aeronáutica**. Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: [http://www2.fab.mil.br/incaer/images/eventgallery/instituto/Opusculos/Textos/opuscul\\_o\\_gusmao.pdf](http://www2.fab.mil.br/incaer/images/eventgallery/instituto/Opusculos/Textos/opuscul_o_gusmao.pdf). Acesso em: 8 Nov. 2019.
- CHANT, Christopher. **A Century of Triumph**: The History of Aviation. Toronto: Simon And Schuster, 2002. 388 p.
- CROMPTON, Samuel Willard. **The Wright Brothers**: First in flight. New York: Chelsea House Publishers, 2007. 92 p.
- CURLEY, Robert. **The complete history of aviation**: from balloning to supersonic flight . New York: Britannica, 2012. 162 p.
- DA SILVA, Marco Aurélio. **PRINCÍPIO FÍSICO QUE EXPLICA O VÔO DOS BALÕES. Brasil Escola**. 2019. Disponível em: <https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/principio-fisico-que-explica-voo-dos-baloes.htm>. Acesso em: 1 Abr. 2020.
- DEGARDIN, Alain. **Os irmãos Montgolfier. foundationlamap**. Disponível em: [https://www.foundationlamap.org/sites/default/files/upload/media/minisites/projet\\_europe/PDF/montHistpt.pdf](https://www.foundationlamap.org/sites/default/files/upload/media/minisites/projet_europe/PDF/montHistpt.pdf). Acesso em: 11 Dez. 2019.
- DUMONT, Alberto Santos . **Os meus balões**: Biografia de Santos Dumont. Fundação Rondon, 1986.
- GIBBS-SMITH, Charles Harvard. **Sir George Cayley (1773-1857)**. Londres: H.m.s.o, 1968. 33 p.
- JORGE, Fernando. **As lutas, a glória e o martírio de Santos Dumont**. Rio de Janeiro: Harpercollins, 2018. 512 p.
- KELLY, Fred C.. **The Wright Brothers**: A biography. New York: Dover Publications , 2012. 358 p.
- MACIOCI, Maria Paola. **1783**: O lançamento do balão de ar quente. **Pilol e distoria**. 2016. Disponível em: <http://www.pilloledistoria.it/8365/storia-moderna/parigi-1783-il-varo-della-mongolfiera?lang=pt>. Acesso em: 8 Abr. 2020.
- MEDEIROS, Alexandre. **Santos Dumont e a física do cotidiano**. São Paulo: Livraria da física, 2006. 187 p.
- NATIONAL AIR AND SPACE MUSEUM . **Otto Lilienthal and Octave Chanute**: Pioneers of Gliding. Washington: Smithsonian Institution, 1980. 8 p.

OLIVEIRA, Thiago M. . **Princípio de Arquimedes: Empuxo. Colégio Atenas.** 2019. Disponível em: <http://www.colegioatenas.com.br/control/files/d686c269ce7f56516685a5809a2c5e2c.pdf>. Acesso em: 13 Fev. 2020.

ORNITÓPTERO de Leonardo Da Vinci. **Aerosngcanela.** 2015. Disponível em: <https://aerosngcanela.blogspot.com/2015/06/ornitoptero-de-leonardo-da-vinci.html>. Acesso em: 4 Mar. 2020.

ORTHOF, Sylvia. **Sonhando Santos Dumont.** Rio de Janeiro : Nova Fronteira, 2014. 194 p.

PASSFIELD, John. **Inside the Wright Brothers: First in flight.** Bloomington: Indianaq, 2006. 194 p.

PIOMBO, Sebastiano Luciani Detto . **La caduta di Icaro. iconos.** 2015. Disponível em: <http://www.iconos.it/le-metamorfosi-di-ovidio/libro-viii/dedalo-e-icaro/immagini/19-dedalo-e-icaro/>. . Acesso em: 7 Abr. 2020.

POZZEBOM, Rafela. **A história da aviação.** 2015. Disponível em: <https://www.oficinadanet.com.br/post/14654-a-historia-do-aviao>. Acesso em: 9 Mar. 2020.

STUDART, Nelson. **Cronologia de Santos Dumont.** 2006. Disponível em: <http://www1.fisia.org.br/fne/phocadownload/Vol07-Num2/v13a031.pdf>. Acesso em: 2 Abr. 2020.

SÉRVULO. **APOSTILA DE HELICÓPTERO: CONHECIMENTOS TÉCNICOS. mundo da aviação.** 2019. Disponível em: <https://mundodaaviacaoblog.files.wordpress.com/2015/09/conhecimentos-tc3a9cnicos-helic3b3ptero.pdf>. Acesso em: 1 Abr. 2020.

VAICBERG, Leonardo. **DOS BALÕES AO ZEPPELIN: A EVOLUÇÃO DOS AERÓSTATOS.** 2011. Disponível em: [http://www.hcte.ufrj.br/downloads/sh/sh5/trabalhos%20orais%20completos/trabalho\\_050.pdf](http://www.hcte.ufrj.br/downloads/sh/sh5/trabalhos%20orais%20completos/trabalho_050.pdf). Acesso em: 11 Mar. 2020.

VYAS, Kashyap. **Genius Inspired by Nature: The Inventions of Leonardo da Vinci. interesting and engineering.** 2019. Disponível em: <https://interestingengineering.com/genius-inspired-by-nature-the-inventions-of-leonardo-da-vinci>. Acesso em: 5 Mar. 2020.

WILLIAMSON, Katherine. **The golden age of aviation.** New York: Smithmark, 1996. 80 p.

ZARCO, xavier. **Dédalo de Dédalo / O Sol de Ícaro.** São Paulo, 2014. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=RMfZAgAAQBAJ&pg=PT49&dq=dedalo+e+icaro+livro&hl=ptBR&sa=X&ved=0ahUKEwjqpV2js7mAhX2HLkGHUdzA7cQ6AEIMTAB#v=onepage&q=dedalo%20e%20icaro%20livro&f=false>. Acesso em: 4 Mar. 2020.